

ENGLISH ABSTRACT FOR DE2904984

1 / 1 WPAT - ©Thomson Derwent

Accession Nbr :

1980-H2510C [34]

Title :

Test instrument measuring spectral sensitivity of photodetectors -
scatters light evenly via measuring sphere with quasi-ideal reflecting
internal coating

Derwent Classes :

P81 S01

Patent Assignee :

(BLAZ/) BLAZEK V

Inventor(s) :

BLAZEK V

Nbr of Patents :

2

Nbr of Countries :

1

Patent Number :

DE2904984 A 19800814 DW1980-34 *

DE2904984 B 19811001 DW1981-41

Priority Details :

1979DE-2904984 19790209

IPC s :

G01R-031/26 G02B-027/00 H01L-031/18

Abstract :

DE2904984 A

A test instrument measures the spectral sensitivity of photo detectors.
It consists of a device to produce a quasi-monochromatic light beam
whose wave-length can be adjusted.

There is a light distributor which scatters the light evenly on the
detector specimen and onto a detector of known spectral sensitivity.
The light distributor consists of a photometric measuring sphere (9)
which integrates the beam. It has a quasi-ideal reflecting and
scattering internal coating (10) and an entry hole (12). There are
different size holes in the wall (11) for mounting the test specimens
and the standard detector. The light is transmitted to the entry hole
via a flexible light conductor (8).

Manual Codes :

EPI: S01-G02

Update Basic :

1980-34

Update Equivalents :

1981-41

THIS PAGE BLANK (USPTO)

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑪ DE 29 04 984 C3

⑤1 Int. Cl. 3:
G01R31/26
G 02 B 27/00
H 01 L 31/18

DS1

②1 Aktenzeichen:	P 29 04 984.1-35
②2 Anmeldetag:	9. 2. 79
④3 Offenlegungstag:	14. 8. 80
④4 Bekanntmachungstag:	1. 10. 81
④5 Veröffentlichungstag:	13. 5. 82

⑦3 Patentinhaber:
Blazek, Vladimir, Dr.-Ing., 5100 Aachen, DE

⑦2 Erfinder:
gleich Patentinhaber

⑤6 Entgegenhaltungen:
Grimsehl's Lehrbuch der Physik, Bd. II, T. I, 8. Aufl. 1938,
S. 602-604;

⑤4 Meßanordnung zum Bestimmen der spektralen Empfindlichkeit von Photodetektoren

DE 2904984 C3

DE 2904984 C3

BUNDESDRUCKEREI BERLIN 03 82 230 119/514

Best Available Copy

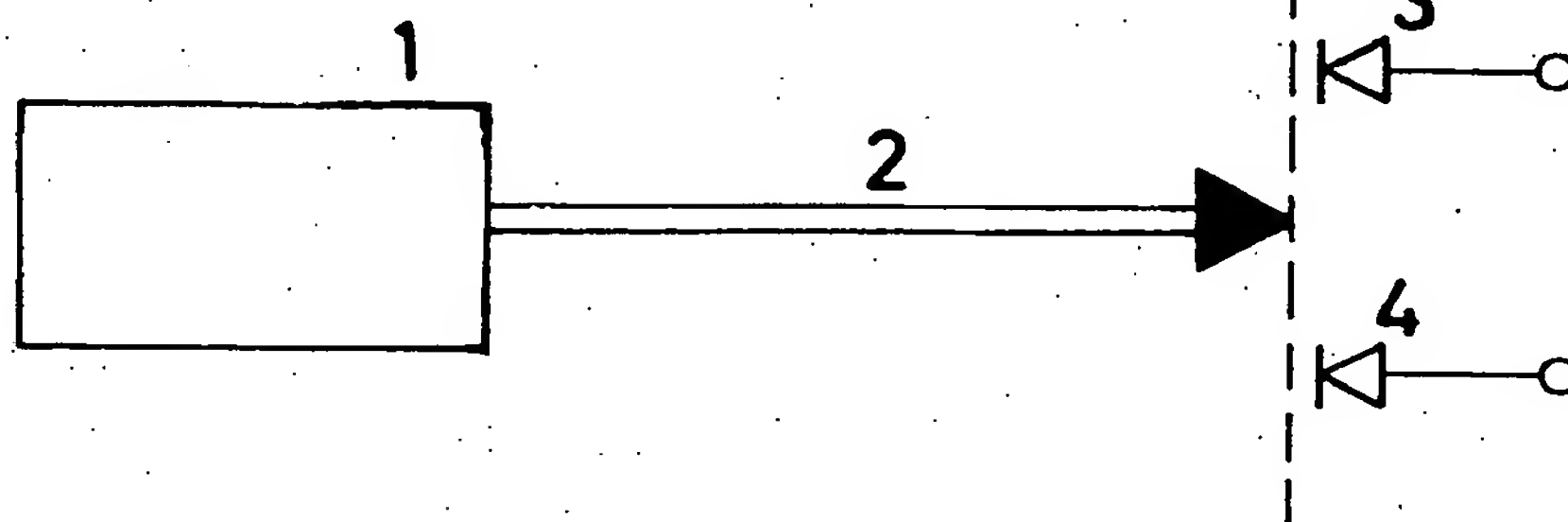


Fig. 1a

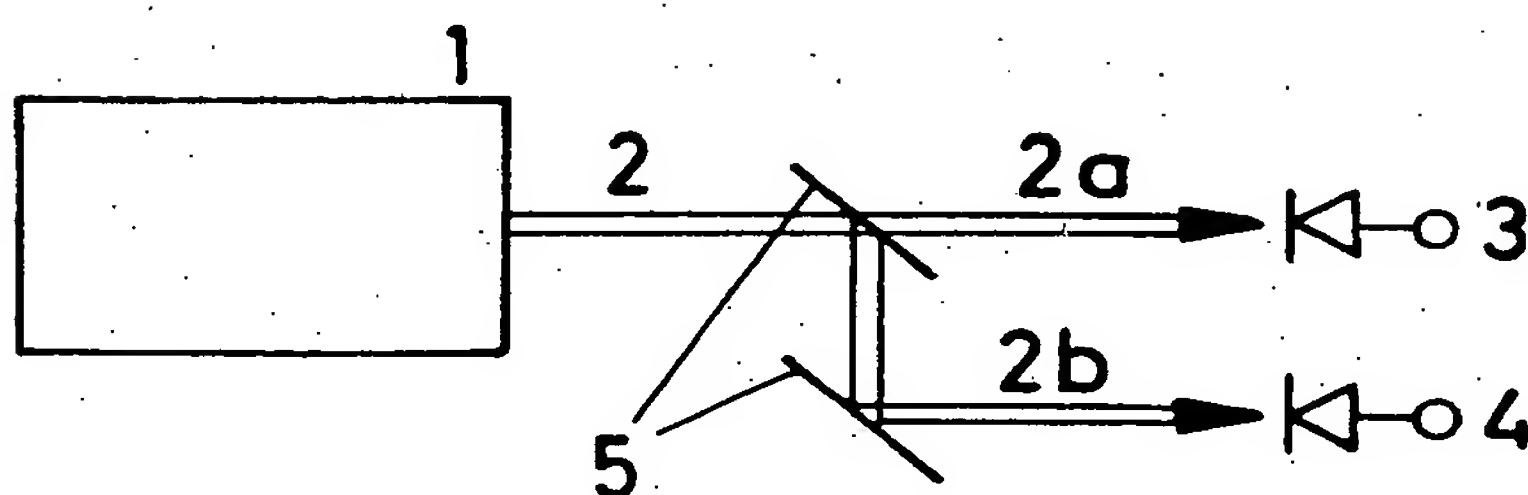


Fig. 1b

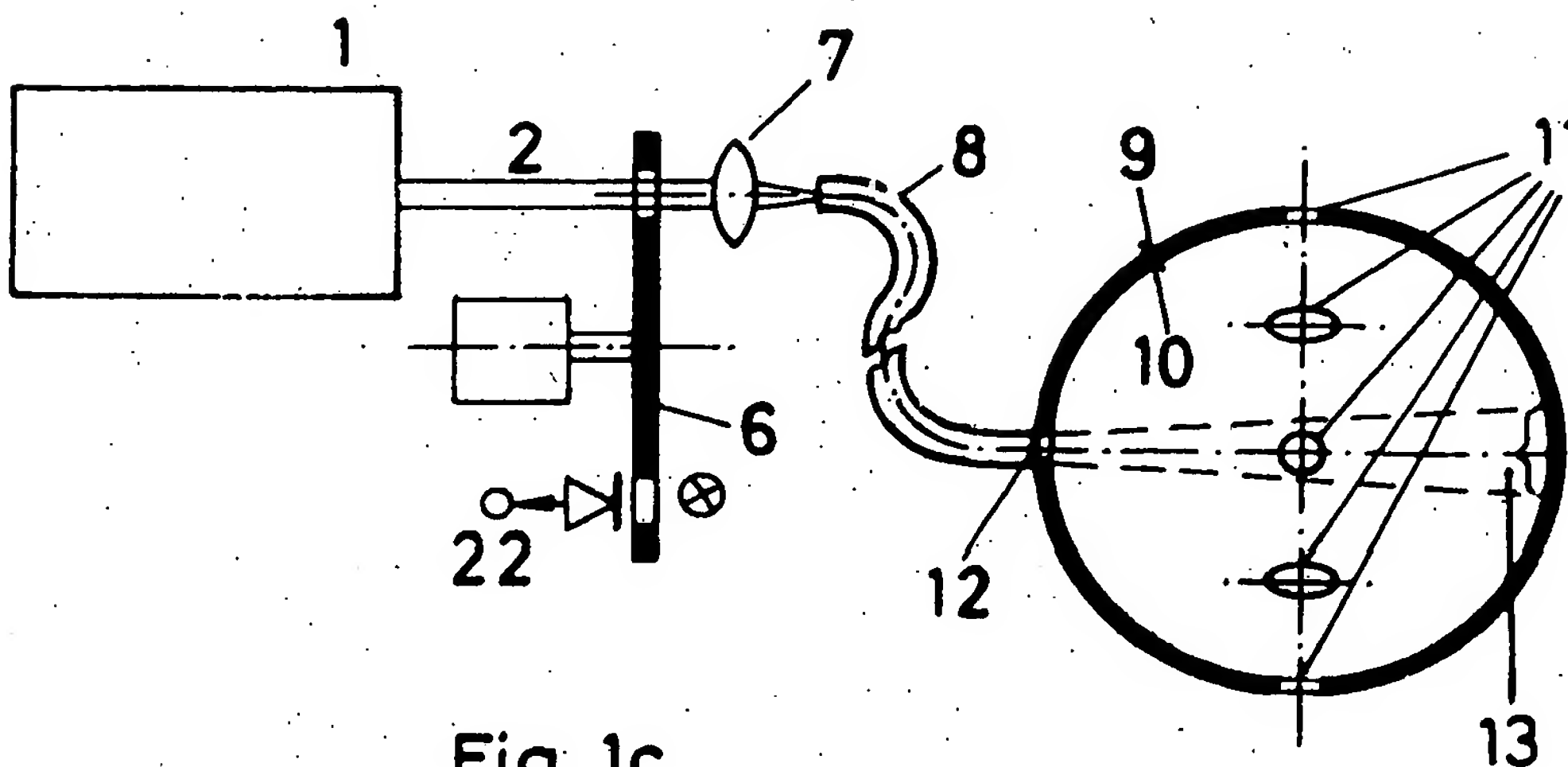


Fig. 1c

Patentansprüche:

1. Meßanordnung zum Bestimmen der spektralen Empfindlichkeit von Photodetektoren, bestehend aus einer Lichtquelle zur Erzeugung eines quasimonochromatischen Lichtstrahls einstellbarer Wellenlänge und aus einem Lichtverteiler, der das quasimonochromatische Licht gleichmäßig und diffus auf mindestens einen der zu untersuchenden Photodetektoren (Prüflinge) und auf einen Photodetektor mit bekannter spektraler Empfindlichkeit (Standarddetektor) zu leiten gestattet, gekennzeichnet durch die Kombination der folgenden Merkmale:

- a) der Lichtverteiler ist eine an sich bekannte strahlungsintegrierende, photometrische Meßkugel (9) mit einem quasiideal diffus reflektierenden weißen Innenbelag,
- b) die Meßkugel (9) weist eine Eintrittsöffnung (12) auf, durch die der quasimonochromatische Lichtstrahl (2) von der außerhalb der Meßkugel angeordneten Lichtquelle (1) auf einen der Eintrittsöffnung (12) gegenüberliegenden Innenwandbereich (13) gerichtet ist,
- c) symmetrisch zu der Eintrittsöffnung (12), vorzugsweise in ihrer Mittelebene, weist die Meßkugel (9) weitere, im allgemeinen unterschiedlich große Wandöffnungen (11) auf, an denen die Prüflinge (4.1 bis 4.5) sowie der Standarddetektor (3) angebracht werden können.

2. Meßanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zum Abdecken von für Prüflinge (4.1 bis 4.5) zweitweise nicht benötigten Wandöffnungen (11) der Meßkugel (9) diffus reflektierende, weiße Scheiben vorgesehen sind. Ebenfalls sind derartige weiße, annähernd idealdiffus reflektierende Scheibenringe zur Verkleinerung der Wandöffnungen (11) und damit zur Anpassung der Fläche dieser Wandöffnungen auf die aktive Fläche der Photodetektoren (3, 4.1 bis 4.5) vorgesehen.

3. Meßanordnung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Standarddetektor (3) unmittelbar mit einem zugehörigen Verstärker (19) verbunden ist, während die Prüflinge (4.1 bis 4.5) über einen Schrittschalter (18) wahlweise an einen anderen Verstärker (20) anschließbar sind.

4. Meßanordnung nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß zur Pulsmodulation des quasimonochromatischen Lichtstrahls (2) ein Chopper (6) vorgesehen ist und daß die Verstärker (19, 20) selektive Verstärker sind, die nur die mit der Frequenz des Choppers (6) modulierten Ausgangssignale der Photodetektoren (3 bzw. 4.1 bis 4.5) verstärken.

5. Meßanordnung nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgänge der Verstärker (19 und 20) zu einer Dividiereinheit (21) geführt sind, in der der Quotient der beiden Ausgangssignale gebildet und analog oder digital angezeigt bzw. aufgezeichnet wird.

6. Meßanordnung nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der quasimonochromatische Lichtstrahl (2) über einen biegsamen Lichtleiter (8) zu der Eingangsöffnung (12) der Meßkugel (9) gelangt.

Photodetektoren sind photoelektronische Bauelemente. Nach DIN-Norm 44020, Blatt 1, ist ein photoelektronisches Bauelement ein elektronisches Bauelement, bei dem sich elektrische Größen bei der Bestrahlung mit Photonen ändern. Die üblichen Photodetektoren sind in dem genannten Normblatt aufgeführt und kurz erläutert.

Eine der wichtigsten Größen jedes Photodetektors ist die Empfindlichkeit. Sie ist definiert als der Quotient aus der Ausgangsgröße (z. B. der Photostrom) und der Eingangsgröße (z. B. die Strahlungsleistung). In diesem Fall wird die Empfindlichkeit in A/W ausgedrückt. Die Angabe einer Empfindlichkeit ist jedoch nur dann eindeutig, wenn die Wellenlänge der Strahlung, bei der die Empfindlichkeit gemessen worden ist, mit angegeben wird.

Die Abhängigkeit der Empfindlichkeit eines Photodetektors von der Wellenlänge wird spektrale Empfindlichkeit genannt. Es wird zwischen absoluter und relativer spektraler Empfindlichkeit unterschieden. Die absolute spektrale Empfindlichkeit $S(\lambda)$ ist nach DIN-Norm 44020, Blatt 1, bei der Wellenlänge λ im infinitesimalen Wellenlängenbereich $d\lambda$ um λ definiert als Quotient aus der Ausgangsgröße (Photostrom $I_{ph}(\lambda)$) und der strahlungsphysikalischen Eingangsgröße (Strahlungsleistung bzw. Strahlungsfluß $\Phi(\lambda)$):

$$S(\lambda) = \frac{I_{ph}(\lambda)}{\Phi(\lambda)} \quad (1)$$

Die relative spektrale Empfindlichkeit $S(\lambda)_{rel}$ ist definiert als das Verhältnis der absoluten spektralen Empfindlichkeit $S(\lambda)$ bei der Wellenlänge λ zu der absoluten spektralen Empfindlichkeit $S(\lambda_0)$ bei einer Bezugswellenlänge λ_0 :

$$S(\lambda)_{rel} = \frac{S(\lambda)}{S(\lambda_0)} \quad (2)$$

Es wird meistens $S(\lambda_0) = S(\lambda)_{max}$ gewählt, d. h. λ_0 ist dann die Wellenlänge, bei der die absolute spektrale Empfindlichkeit maximal ist. $S(\lambda)_{rel}$ wird als dimensionslose Zahl oder in Prozenten angegeben.

Bei der praktischen Anwendung von Photodetektoren in der lichtmeßtechnischen Praxis wird meistens eine maximale spektrale Empfindlichkeit im interessierenden Strahlungsbereich gefordert. Zum eindeutigen Vergleich der spektralen Empfindlichkeiten verschiedener Photodetektoren müssen deshalb unbedingt die absoluten spektralen Empfindlichkeitskurven bekannt sein.

Die Erfindung betrifft eine Meßanordnung zum Bestimmen der spektralen Empfindlichkeit von Photodetektoren nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Bei einer bekannten Meßanordnung für diesen Zweck wird gemäß der Fig. 1a ein monochromatischer Lichtstrahl am Ausgang eines Monochromators 1 zuerst auf die aktive Fläche eines Photodetektors 3 mit bekannten spektralen Empfindlichkeitseigenschaften abgebildet, danach auf die Fläche des zu messenden Photodetektors 4. Da dabei die Lichtausbeute der Lichtquelle des Monochromators und auch andere Faktoren zeitabhängig sind, zeigt dieses Nacheinanderverfahren unter Umständen große Meßfehler. Auch aus der Tatsache, daß der monochromatische Lichtstrahl ständig mit seiner gesamten Fläche auf die aktive Fläche des Photodetektors fallen muß, können Meßfehler

entstehen, insbesondere dann, wenn diese Flächen sich erheblich in ihrer Größe unterscheiden. Da die Intensitätsverteilung im Strahl 2 nicht homogen ist, ist folglich die Photodetektorfläche auch nicht gleichmäßig beleuchtet. Außerdem ist dieses Verfahren zeitaufwendig, da die Photodetektoren nacheinander untersucht werden müssen.

Eine andere bekannte Meßanordnung (Zweistrahlmessmethode) zeigt Fig. 1b. Hier wird der quasimonochromatische Strahl 2 durch einen Strahlungsteiler 5 halbiert. Die zwei Teilstrahlen 2a und 2b beleuchten jeweils den Standarddetektor 3 und den zu messenden Photodetektor 4. Da aber auch hier die Strahlfokussierung auf die aktiven Photodetektorflächen, insbesondere bei Detektorwechsel schwierig ist, bzw. nur ein Photodetektor mit dem Standarddetektor gleichzeitig gemessen werden kann, gelten die vorher genannten Nachteile auch hier.

Die Erfindung geht aus von der zuletzt angegebenen Meßanordnung. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Meßanordnung der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 genannten Art anzugeben, welche die gleichzeitige Bestimmung der spektralen Empfindlichkeit mehrerer Photodetektoren in Bezug auf einen Standard-Photodetektor erlaubt, wobei alle aktiven Photodetektorflächen vollständig und gleichmäßig beleuchtet werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Durch die Anwendung einer photometrischen Meßkugel als Lichtverteiler, als optischen Integrator und als Instrument zur Erzeugung der diffusen Beleuchtung wird das bei den bekannten Meßanordnungen schwierige Problem der exakten Abbildung des Meßstrahles auf die aktiven Flächen aller Photodetektoren mit einfachen Mitteln gelöst.

Eine größere Fläche mittels einer photometrischen Meßkugel, die einen quasi ideal diffus reflektierenden weißen Innenbelag besitzt, gleichmäßig zu beleuchten, ist bereits aus »Grimsehl's Lehrbuch der Physik«, Band II, Teil I, 8. Auflage (1938), Seite 602 bis 604 bekannt. Die dort beschriebene Meßanordnung benutzt eine Ulbricht'sche Kugel und dient zur Ermittlung der Gesamtlichtausbeute einer Lichtquelle. Im folgenden ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnungen beschrieben. Es zeigen

Fig. 1a und 1b bekannte, in der Beschreibungseinleitung erwähnte Meßanordnungen,

Fig. 1c eine erfindungsgemäße Meßanordnung,

Fig. 2 die photometrische Meßkugel gemäß der Fig. 1c in größerem Maßstab mit den Verstärkern und der Dividiereinrichtung,

Fig. 3 ein Diagramm mit Kurven der spektralen Empfindlichkeit verschiedener Photodioden.

Bei der Meßanordnung gemäß der Fig. 1c wird der aus dem Monochromator 1 austretende Lichtstrahl 2 durch einen Chopper 6 pulsmoduliert. Dadurch wird die Messung unempfindlich gegen Störlicht. Der moduliert Lichtstrahl wird mittels einer Fokussieroptik 7 in einen flexiblen Lichtleiter eingeführt, der mit seinem anderen Ende an einer Photometerkugel 9 befestigt ist. Das Licht fällt durch eine Eintrittsöffnung 12 in die Kugel ein und beleuchtet die Kugelwand im Wandbereich 13. Die Kugel ist an ihrer Innenwand mit einem weißen, aselektiv diffus reflektierenden Belag 10 beschichtet. Bei ideal diffuser Reflexion herrscht dann an beliebiger

Stelle der Kugelwand (mit Ausnahme des bestrahlten Kugelwandbereiches 13), also auch an weiteren Wandöffnungen 11 die gleiche Bestrahlungsstärke, wenn diese Öffnungen gleich groß sind. Die Anzahl der Wandöffnungen 11 kann der jeweiligen Anwendung angepaßt sein und z. B. zwischen 2 und 100 betragen. An eine der Wandöffnungen 11 wird der Standarddetektor befestigt, an den weiteren Wandöffnungen 11 die jeweiligen, zu untersuchenden Photodetektoren (Prüflinge), die bezüglich ihrer Art (Ge-, Si-Dioden, Photomultiplier usw.) und Größe ihrer aktiven Fläche unterschiedlich sein können. Die Größe der Wandöffnungen 11 kann auch den jeweiligen Flächen des Photodetektors angepaßt sein. Auf Grund der Biegsamkeit des Lichtleiters 8 ist die photometrische Meßkugel 9 beweglich, was das Anbringen der Photodetektoren erleichtert.

Die in der Fig. 2 dargestellte photometrische Meßkugel weist 6 Wandöffnungen mit angesetzten Photodetektoren 3 und 4.1 bis 4.5 auf. Der Ausgang des Standarddetektors 3 ist unmittelbar mit einem Verstärker 19 verbunden.

Die Ausgänge der Prüflinge 4.1 bis 4.5 können über einen Schalter 18 wahlweise bzw. nacheinander mit einem weiteren Verstärker 20 verbunden werden. Bei den Verstärkern 19 und 20 handelt es sich um selektive Verstärker, die nur die mit Chopper 6 modulierten Photodetektorsignale verstärken. Das dazu benötigte Referenzsignal 22 wird den Verstärkern vom Chopper 6 geliefert. Ein etwa durch irgendeine Öffnung in die Meßkugel 9 fallendes Fremdlicht kann infolge dieser Maßnahme die Meßergebnisse nicht verfälschen.

In einer einfacheren und billigeren Anordnung kann auf die Lichtmodulation verzichtet werden. Dann entfällt der Chopper 6. Die Verstärker 19 und 20 werden als Gleichspannungsverstärker ausgeführt. Es muß jedoch darauf geachtet werden, daß nun kein Fremd- bzw. Störlicht in die Meßkugel 9 gelangen kann. Auch auf den biegsamen Lichtleiter kann zur Vereinfachung verzichtet werden. Der Lichtstrahl 2 wird dann auf fest vorgegebenen Wegen in die Meßkugel 9 geleitet. Dann ist aber dieser starr mit dem Monochromator verbunden, was das Anbringen bzw. ein schnelles Wechseln von Photodetektoren erschweren kann.

Das Verhältnis $V_x(\lambda)$ beider Signale am Ausgang der Verstärker 19 und 20 wird in einer Dividiereinheit 21 gebildet und analog oder digital angezeigt:

$$V_x(\lambda) = \frac{I_{ph}(\lambda)_x}{I_{ph}(\lambda)_{Standard}} = \frac{S(\lambda)_x}{S(\lambda)_{Standard}} \quad (3)$$

$x = 1 \dots n$; $n \dots$ Anzahl der gemessenen Photodetektoren.

Da $S(\lambda)_{Standard}$ als bekannt vorausgesetzt ist, ist damit die spektrale Empfindlichkeit der zu messenden Photodetektoren durch folgende Umrechnung bestimmt:

$$S(\lambda)_x = V_x(\lambda) \cdot S(\lambda)_{Standard} \quad (4)$$

Gleichung (4) gilt nur dann, wenn alle Wandöffnungen 11 einen kleineren Durchmesser als die aktiven Flächen der photodetektoren haben, bzw. wenn alle aktiven Flächen gleich groß sind ($a_s = a_x$).

29 04 984

5

Wenn diese Randbedingungen nicht erfüllt sind, gilt statt Gl. (4) die Gl. (5):

$$S(\lambda)_x = V_x(\lambda) \cdot S(\lambda)_{\text{Standard}} \cdot \frac{a_s}{a_x} \quad (5)$$

a_s ... aktive Fläche des Standarddetektors,
 a_x ... aktive Flächen der gemessenen Photodetektoren.

Diese Ergebnisse können entweder direkt abgelesen bzw. gedruckt an einem X-Y-Schreiber in Abhängigkeit von λ dargestellt werden oder einer Recheneinheit übergeben werden.

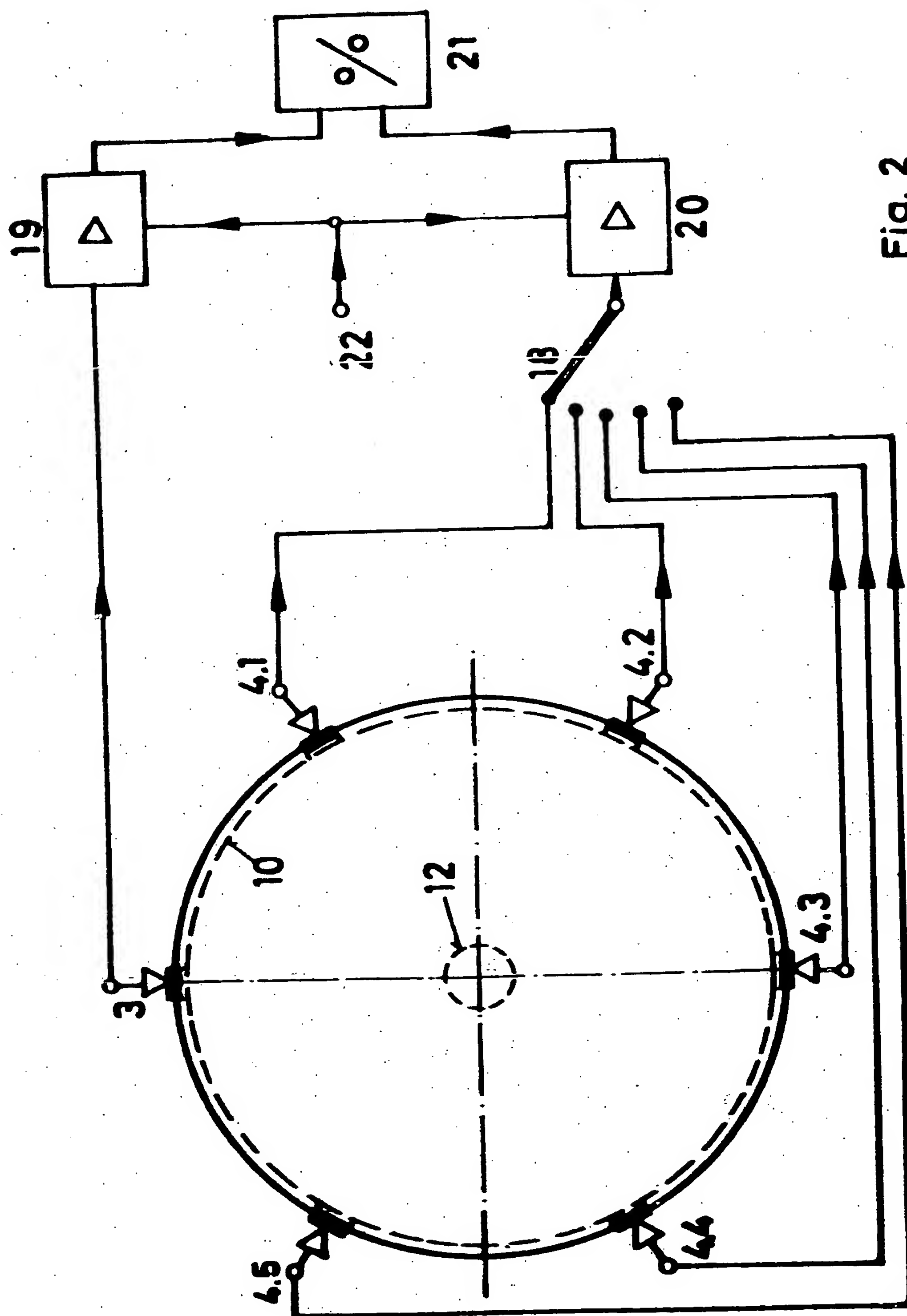
Die Wellenlänge λ , an der $S(\lambda)$ gemessen wird, kann durch den Monochromator so eingestellt werden, daß der gesamte Empfindlichkeitsbereich des Detektors in $\Delta\lambda$ -Abständen (z. B. $\Delta\lambda = 10 \text{ nm}$) untersucht werden

6

kann. Bei Si-Photodioden erstreckt sich dieser Bereich von 290 nm bis 1100 nm, bei Ge-Photodioden von 300 nm bis 1800 nm, bei Se-Photodetektoren zwischen 300 nm und 700 nm. In der Fig. 3 sind Kurven der spektralen Empfindlichkeit für verschiedene Arten von Photodioden beispielsweise dargestellt.

Es muß darauf hingewiesen werden, daß die Gesamtfläche aller Meßkugelöffnungen etwa 4% der Meßkugelinnenfläche nicht überschreiten soll, damit die optische Integration gewährleistet bleibt. Bei einer Meßkugel mit einem Innendurchmesser von $D=80 \text{ mm}$ bedeutet dies, daß maximal 10 Öffnungen mit je einem Durchmesser von 10 mm angebracht werden dürfen. Bei einem Kugeldurchmesser von 250 mm können etwa 100 Öffnungen der gleichen Größe angebracht werden, d. h. in diesem Falle können z. B. etwa 100 Photodetektoren mit je einer aktiven Fläche von $0,78 \text{ cm}^2$ gleichzeitig durchgemessen werden.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen



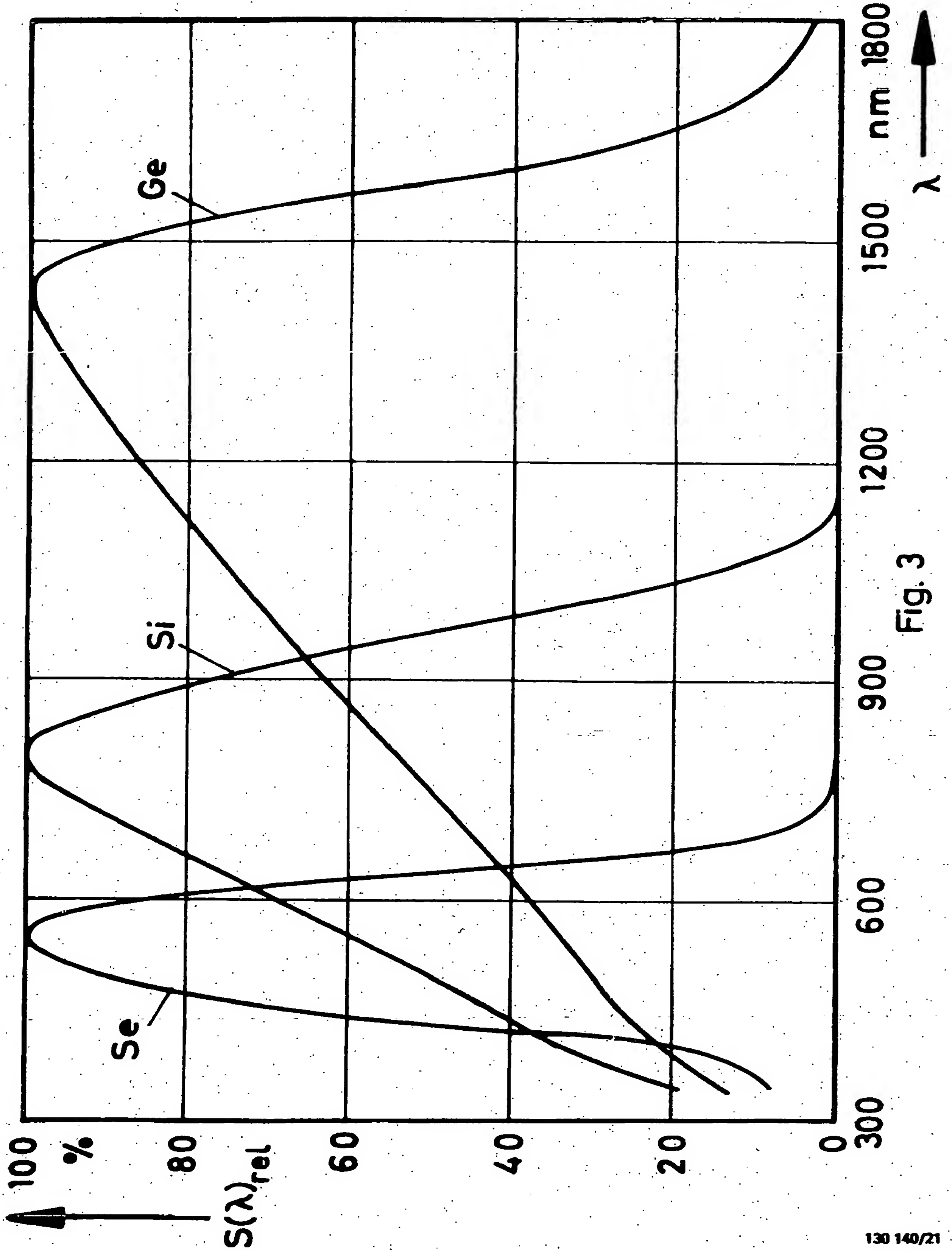


Fig. 3

THIS PAGE BLANK (USPTO)